

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-183324

(P2000-183324A)

(43) 公開日 平成12年6月30日 (2000.6.30)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 1 L 27/148		H 0 1 L 27/14	B 4 M 1 1 8
31/10		H 0 4 N 5/335	U 5 C 0 2 4
H 0 4 N 5/335		H 0 1 L 31/10	A 5 F 0 4 9

審査請求 有 請求項の数12 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平10-360134

(22) 出願日 平成10年12月18日 (1998.12.18)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 畑野 啓介

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 中柴 康隆

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100088812

弁理士 ▲柳▼川 信

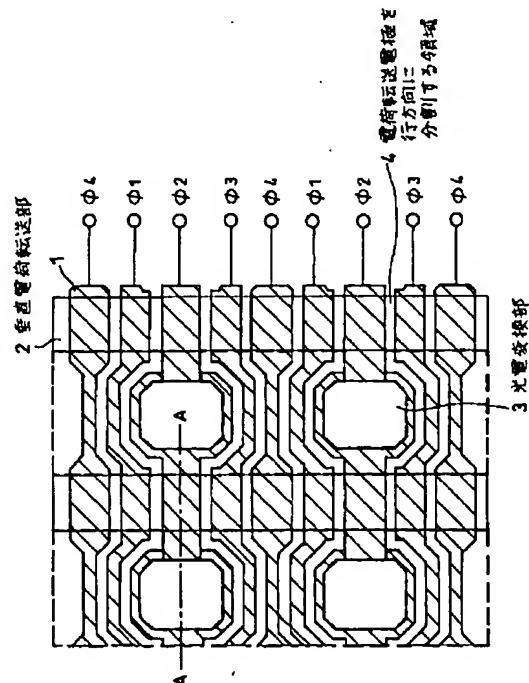
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体撮像装置及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 光電変換部と電荷読出し電極との位置ずれをなくし、光電変換部から垂直電荷転送部への信号電荷の読出し特性を安定させることが可能な固体撮像装置を提供する。

【解決手段】 電極材料膜を溝状に分離することで電荷転送電極1を形成した後、光電変換部3で発生した信号電荷を垂直電荷転送部2に読出するための読出し電極を兼ねる電荷転送電極に、光電変換部3を形成するための開口部を、溝状の分離領域4と重ならないように形成する。その後、この開口部を形成するためのマスク材料及び電極材料膜をマスクとしてイオン注入を行い、光電変換部3を形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1導電型半導体層の表面領域内に複数個形成された光電変換部と、前記第1導電型半導体層の表面領域内に前記光電変換部に隣接して形成されかつ前記光電変換部で発生した信号電荷を受けて転送する第2導電型の電荷転送部と、前記第1導電型半導体層の表面領域に形成されかつ前記光電変換部で発生した信号電荷を前記電荷転送部に読出す電荷読出し部と、前記電荷読出し部及び前記電荷転送部の上にゲート絶縁膜を介して形成された単層の導電性電極材料膜を加工して形成された電荷転送電極とを含む固体撮像装置であって、前記導電性電極材料膜を単位セル当たり1ヶ所以上で行方向に分割する第1の領域と前記光電変換部上の第2の領域とをエッチング除去して前記電荷転送電極を形成し、前記第1の領域と前記第2の領域とが互いに重ならないよう構成したことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項2】 前記光電変換部は、前記導電性電極材料膜を前記光電変換部上で除去した前記第2の領域に対して自己整合的に形成して構成したことを特徴とする請求項1記載の固体撮像装置。

【請求項3】 隣接する同層の電荷転送電極にタイミングの異なる電荷転送パルスを印加するよう構成したことを特徴とする請求項1または請求項2記載の固体撮像装置。

【請求項4】 前記導電性電極材料膜をエッチング加工することで前記光電変換部の周辺回路部のゲート電極を形成し、該周辺回路部のゲート電極を、前記導電性電極材料膜を前記光電変換部上で除去する前記第2の領域の形成と同一工程でエッチング加工して構成したことを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか記載の固体撮像装置。

【請求項5】 前記周辺回路部のトランジスタのゲート絶縁膜は、前記電荷転送部上に形成するゲート絶縁膜と同一の膜厚を持つ第1の絶縁膜と、当該ゲート絶縁膜よりも薄い膜厚を持つ第2の絶縁膜とから構成され、前記周辺回路部のトランジスタのゲート電極は、前記導電性電極材料膜をエッチング加工して形成され、該周辺回路部のトランジスタのゲート電極のうちの前記電荷転送部上に形成するゲート絶縁膜よりも薄い膜厚を有するトランジスタのゲート電極は、前記第1の領域と同一工程でエッチング加工して形成され、前記ゲート絶縁膜が前記電荷転送部上に形成するゲート絶縁膜と同一の膜厚を有するトランジスタのゲート電極は、前記導電性電極材料膜を前記第2の領域の形成と同一工程でエッチング加工して形成されたことを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか記載の固体撮像装置。

【請求項6】 第1導電型半導体層の表面領域内に複数個形成された光電変換部と、前記第1導電型半導体層の表面領域内に前記光電変換部に隣接して形成されかつ前

記光電変換部で発生した信号電荷を受けて転送する第2導電型の電荷転送部と、前記第1導電型半導体層の表面領域に形成されかつ前記光電変換部で発生した信号電荷を前記電荷転送部に読出す電荷読出し部と、前記電荷読出し部及び前記電荷転送部の上にゲート絶縁膜を介して形成された単層の導電性電極材料膜を加工して形成された電荷転送電極とを含む固体撮像装置の製造方法であって、前記第1導電型半導体層の表面上に前記ゲート絶縁膜を介して前記導電性電極材料膜を形成する工程と、前記導電性電極材料膜上に第1のマスク部材を形成する工程と、前記導電性電極材料膜を行方向に分割する第1の領域上の前記第1のマスク部材を除去する工程と、前記第1のマスク部材をマスクとして前記導電性電極材料膜をエッチング除去する工程と、前記第1の領域上及び前記導電性電極材料膜上に第2のマスク部材を形成する工程と、前記光電変換部上の第2の領域の前記第2のマスク部材を除去する工程と、前記第2のマスク部材をマスクとして前記導電性電極材料膜をエッチング除去する工程と、前記第2のマスク部材を全面除去する工程とを有することを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

【請求項7】 前記第2のマスク部材をマスクとして前記導電性電極材料膜を除去した後に前記第2のマスク部材及び前記導電性電極材料膜をマスクとして第1導電型不純物及び第2導電型不純物をイオン注入して前記光電変換部を形成する工程を含むことを特徴とする請求項6記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項8】 前記第2のマスク部材をマスクとして前記導電性電極材料膜を除去した後に前記導電性電極材料膜をマスクとして第1導電型不純物及び第2導電型不純物をイオン注入して前記光電変換部を形成する工程を含むことを特徴とする請求項6記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項9】 前記第2のマスク部材をマスクとして前記導電性電極材料膜を除去した後に前記第2のマスク部材及び前記導電性電極材料膜をマスクとして第2導電型不純物をイオン注入する工程と、前記電荷転送電極をマスクとして前記第2導電型不純物領域の表面部分に自己整合的に第1導電型不純物をイオン注入する工程とを含むことを特徴とする請求項6記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項10】 前記第2のマスク部材をマスクとして前記導電性電極材料膜を除去した後に前記導電性電極材料膜をマスクとして第2導電型不純物をイオン注入する工程と、前記電荷転送電極をマスクとして前記第2導電型不純物領域の表面部分に自己整合的に第1導電型不純物をイオン注入する工程とを含むことを特徴とする請求項6記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項11】 前記第2導電型不純物のイオン注入の入射角を制御することで前記第2導電型不純物領域を前記電荷転送電極下部に食い込むように形成することで前

記電荷読出し部の転送電極端に対して所望の距離において自己整合的に形成する工程を含むことを特徴とする請求項7から請求項10のいずれか記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項12】 前記第1導電型不純物のイオン注入の入射角を制御することで前記第1導電型半導体層を前記電荷読出し部の転送電極端に対して所望の距離において自己整合的に形成する工程を含むことを特徴とする請求項7から請求項10のいずれか記載の固体撮像装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は固体撮像装置及びその製造方法に関し、特に単層の導電性電極材料膜を加工することで電荷転送電極が形成される固体撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の固体撮像装置としては、図13に示すような埋込み型フォトダイオードを光電変換部に用いた固体撮像装置がある。図13(a)～(d)は従来の固体撮像装置の工程順を示す断面図である。

【0003】まず、N型半導体基板31上に、熱拡散法を用いて第1のP型ウェル層32及び第2のP型ウェル層33を形成した後、リンをイオン注入して垂直電荷転送部34を形成する。その後、ボロンをイオン注入し、チャンネルストップ領域36及び電荷読出し領域35を形成する〔図13(a)参照〕。

【0004】N型半導体基板31の表面を熱酸化してゲート酸化膜37を形成し、ゲート酸化膜37上に減圧CVD(Chemical Vapor Deposition)法を用いて電荷転送電極材料膜38を堆積させる。その後、読出し電極形成のため、フォトレジスト39をパターンニングする〔図13(b)参照〕。

【0005】このフォトレジスト39をマスクとしてドライエッチングを行い、電荷転送電極40を形成する。フォトレジスト39を残した電荷転送電極40をマスクとしてセルフアラインでリンイオン(P⁺)注入を行い、フォトダイオードとなるN型ウェル41を形成する。この時、フォトレジスト39の膜厚はリンイオンが突き抜けないように、約3μmの厚さのレジストを使用する〔図13(c)参照〕。

【0006】その後、埋込みフォトダイオード形成を行うため、フォトレジスト39を除去した後、電荷転送電極40をマスクとしてボロンイオン(B⁺)をイオン注入し、P⁺型領域42を形成する〔図13(d)参照〕。

【0007】図13においては固体撮像装置の製造工程における画素の断面を示したが、平面的な電極のパターン配置は通常、図14に示すように配置される。図14

におけるBB線に沿う矢視方向の断面図は図13に相当する。この図14については、特開平8-293592号公報に開示されている。

【0008】転送電極は複数層(図14の場合、2層)のポリシリコンによって構成され、垂直電荷転送部51上に凸部を有し、櫛の歯状に形成された第1層目の電荷転送電極52と端部が重なり合うように、第2層め電荷転送電極53がちょうど第1層目の電荷転送電極52を(図面上で)上下反転させた形状に形成される。

10 【0009】尚、図14に示す固体撮像装置は一つの光電変換部54に対して、2枚の電極が隣り合った構造になっており、この構造では全ての光電変換部54から同時に信号電荷を読出すことができない。

【0010】全ての光電変換部54から信号電荷を同時に読出すためには、一つの光電変換部54に対して、3枚以上の電極が隣り合った構造を採る必要があり、例えば、図15に示すような構造が採られる。図15においては、電荷転送電極は3層の導電性電極材料膜から、つまり第1層目の電荷転送電極62と第2層目の電荷転送電極63と第3層目の電荷転送電極64とから構成されている。図15におけるCC線に沿う矢視方向の断面図は図13に相当する。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の固体撮像装置では、多層の電荷転送電極材料膜を用いて電荷転送電極を構成するため、多層電極間の層間絶縁性を確保するために比較的厚い層間膜を形成する必要性があり、デバイスの高さが高くなり、加工が困難であるうえ、遮光膜の段差被覆性が低下するため、スミア特性が劣化するという問題がある。

【0012】また、上記の問題を解決するために、単層の電荷転送電極材料膜を用いて電荷転送電極を構成することが考えられるが、この場合、光電変換部から垂直電荷転送部への信号電荷の読出し特性の安定化を図るため、光電変換部を電荷転送電極と自己整合で形成するためには平面的な電極のパターン構成を考慮し、光電変換部形成のためのイオン注入を行う際に、電極間のギャップ部分にイオン注入されないようにする必要がある。

【0013】そこで、本発明の目的は上記の問題点を解消し、光電変換部と電荷読出し電極との位置ずれをなくし、光電変換部から垂直電荷転送部への信号電荷の読出し特性を安定させることができる固体撮像装置及びその製造方法を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明による固体撮像装置は、第1導電型半導体層の表面領域内に複数個形成された光電変換部と、前記第1導電型半導体層の表面領域内に前記光電変換部に隣接して形成されかつ前記光電変換部で発生した信号電荷を受けて転送する第2導電型の電荷転送部と、前記第1導電型半導体層の表面領域に形

成されかつ前記光電変換部で発生した信号電荷を前記電荷転送部に読出す電荷読出し部と、前記電荷読出し部及び前記電荷転送部の上にゲート絶縁膜を介して形成された単層の導電性電極材料膜を加工して形成された電荷転送電極とを含む固体撮像装置であって、前記導電性電極材料膜を単位セル当たり1ヶ所以上で行方向に分割する第1の領域と前記光電変換部上の第2の領域とをエッチング除去して前記電荷転送電極を形成し、前記第1の領域と前記第2の領域とが互いに重ならないよう構成している。

【0015】本発明による固体撮像装置の製造方法は、第1導電型半導体層の表面領域内に複数個形成された光電変換部と、前記第1導電型半導体層の表面領域内に前記光電変換部に隣接して形成されかつ前記光電変換部で発生した信号電荷を受けて転送する第2導電型の電荷転送部と、前記第1導電型半導体層の表面領域に形成されかつ前記光電変換部で発生した信号電荷を前記電荷転送部に読出す電荷読出し部と、前記電荷読出し部及び前記電荷転送部の上にゲート絶縁膜を介して形成された単層の導電性電極材料膜を加工して形成された電荷転送電極とを含む固体撮像装置の製造方法であって、前記第1導電型半導体層の表面上に前記ゲート絶縁膜を介して前記導電性電極材料膜を形成する工程と、前記導電性電極材料膜上に第1のマスキング部材を形成する工程と、前記導電性電極材料膜を行方向に分割する第1の領域上の前記第1のマスキング部材を除去する工程と、前記第1のマスキング部材をマスクとして前記導電性電極材料膜をエッチング除去する工程と、前記第1の領域上及び前記導電性電極材料膜上に第2のマスキング部材を形成する工程と、前記光電変換部上の第2の領域の前記第2のマスキング部材を除去する工程と、前記第2のマスキング部材をマスクとして前記導電性電極材料膜をエッチング除去する工程と、前記第2のマスキング部材を全面除去する工程とを備えている。

【0016】すなわち、本発明の固体撮像装置は、第1導電型半導体層の表面領域内に複数個形成された光電変換部と、第1導電型半導体層の表面領域内に光電変換部に隣接して形成されかつ光電変換部で発生した信号電荷を受けて転送する第2導電型の電荷転送部と、第1導電型半導体層の表面領域に形成されかつ光電変換部で発生した信号電荷を電荷転送部に読出す電荷読出し部と、電荷読出し部及び電荷転送部の上にゲート絶縁膜を介して形成された単層の導電性電極材料膜を加工することで形成された電荷転送電極とを有している。

【0017】上記の固体撮像装置においては、電荷転送電極が導電性電極材料膜を単位セル当たり1ヶ所以上で行方向に分割する第1の領域と光電変換部上の第2の領域とをエッチング除去することで形成され、第1の領域と第2の領域とが互いに重ならないようにしている。

【0018】また、本発明の固体撮像装置は、上記の構成において、光電変換部が導電性電極材料膜を光電変換

部上で除去した第2の領域に対して自己整合的に形成されている。

【0019】さらに、本発明の固体撮像装置は、上記の構成において、隣接する同層の電荷転送電極にタイミングの異なる電荷転送パルスが印加されている。

【0020】さらにまた、本発明の固体撮像装置は、上記の構成において、周辺回路部のゲート電極が導電性電極材料膜をエッチング加工することによって形成され、該周辺回路部のゲート電極が導電性電極材料膜を光電変換部上で除去する第2の領域の形成と同一工程でエッチング加工されている。

【0021】上記のほかに、本発明の固体撮像装置は、周辺回路部のトランジスタのゲート絶縁膜が電荷転送部上に形成するゲート絶縁膜と同一の膜厚を有するものと、該電荷転送部上に形成するゲート絶縁膜よりも薄い膜厚を有するものとの2種類で構成され、周辺回路部のトランジスタのゲート電極が導電性電極材料膜をエッチング加工することによって形成されている。

【0022】上記の固体撮像装置においては、該周辺回路部のトランジスタのゲート電極のうち、電荷転送部上に形成するゲート絶縁膜よりも薄い膜厚を有するトランジスタのゲート電極が導電性電極材料膜を行方向に分割する第1の領域と同一工程でエッチング加工され、ゲート絶縁膜が電荷転送部上に形成するゲート絶縁膜と同一の膜厚を有するトランジスタのゲート電極が導電性電極材料膜を光電変換部上で除去する第2の領域の形成と同一工程でエッチング加工されている。

【0023】本発明の固体撮像装置の製造方法においては、第1導電型半導体層の表面上にゲート絶縁膜を介して導電性電極材料膜を形成する工程と、導電性電極材料膜上に第1のマスキング部材を形成する工程と、導電性電極材料膜を行方向に分割する領域の第1のマスキング部材を除去する工程と、第1のマスキング部材をマスクとして導電性電極材料膜をエッチング除去する工程と、導電性電極材料膜を行方向に分割する領域上と導電性電極材料膜上に第2のマスキング部材とを形成する工程と、光電変換部上の第2の領域の第2のマスキング部材を除去する工程と、第2のマスキング部材をマスクとして導電性電極材料膜をエッチング除去する工程と、第2のマスキング部材を全面除去する工程とからなる。

【0024】この製造方法では、第1導電型半導体層の表面領域内に複数個形成された光電変換部と、第1導電型半導体層の表面領域内に光電変換部に隣接して形成されかつ光電変換部で発生した信号電荷を受けて転送する第2導電型の電荷転送部と、第1導電型半導体層の表面領域に形成されかつ光電変換部で発生した信号電荷を電荷転送部に読出す電荷読出し部と、電荷読出し部及び電荷転送部の上にゲート絶縁膜を介して形成された単層の導電性電極材料膜を加工することで形成された電荷転送電極とを有する固体撮像装置を製造するものである。

【0025】また、本発明の製造方法においては、第2のマスク材をマスクとして導電性電極材料膜を除去した後、第2のマスク材及び導電性電極材料膜、もしくは導電性電極材料膜をマスクとして第1導電型不純物及び第2導電型不純物をイオン注入し、光電変換部を形成する工程とをさらに有していてもよい。

【0026】さらに、本発明の製造方法においては、第2のマスク材をマスクとして導電性電極材料膜を除去した後、第2のマスク材及び導電性電極材料膜、もしくは導電性電極材料膜をマスクとして第2導電型不純物をイオン注入する工程と、電荷転送部に読出す電荷転送電極をマスクとして第2導電型不純物領域の表面部分に自己整合的に第1導電型不純物をイオン注入する工程とをさらに有していてもよい。

【0027】さらにまた、本発明の製造方法においては、第2導電型不純物のイオン注入の入射角を制御することによって、第2導電型不純物領域を読出し部の転送電極下部に食い込むように形成し、転送電極端に対して所望の距離をおいて自己整合的に形成する工程を有していてもよい。

【0028】上記のほか、本発明の製造方法においては、第1導電型不純物のイオン注入の入射角を制御することによって、第1導電型半導体層を読出し部の転送電極端に対して所望の距離をおいて自己整合的に形成する工程を有していてもよい。

【0029】本発明の固体撮像装置及びその製造方法では、上述した従来の固体撮像装置における問題に対して、電荷転送電極を単層の導電性電極材料膜をエッチング加工することで形成し、そのエッチング領域を行方向に分割する第1の領域と光電変換部上の第2の領域の2つに分け、第2の領域のエッチング後に光電変換部となるN型ウェルを形成するためのリンイオン注入を行うことによって、光電変換部と電荷読出し電極との位置ずれをなくし、光電変換部から垂直電荷転送部への信号電荷の読出し特性を安定させることが可能となる。

【0030】単層電極構造の固体撮像装置において、電極材料膜を装置全面に被着し、単位セル当たり1ヶ所以上の領域を溝状に分離することで電荷転送電極を形成した後、電荷転送電極のうち光電変換部で発生した信号電荷を電荷転送部に読出すための読出し電極を兼ねる電荷転送電極に、光電変換部を形成するための開口部を上記の溝状の分離領域と重ならないように形成し、この開口部を形成するためのマスク材料及び電極材料膜をマスクにイオン注入を行うことによって、光電変換部と電荷読出し電極との位置ずれをなくし、光電変換部から垂直電荷転送部への信号電荷の読出し特性を安定させることが可能となる。

【0031】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施例について図面を参照して説明する。図1は本発明の第1の実施例に

よる固体撮像装置の平面図である。図においては、埋込み型フォトダイオードを光電変換部に用いた固体撮像装置を示している。

【0032】本実施例においては電荷転送電極が単層のポリシリコンによって構成され、電荷転送電極1の形成時のエッチングを、これを行方向に分割する溝状の分離領域4と光電変換部3上の領域との2つに分け、光電変換部3上の領域のエッチング後に、光電変換部3となるN型ウェルを形成するためのリンのイオン注入を行うことによって、電荷読出し電極と光電変換部3とが自己整合で形成されている。尚、図1においては垂直電荷転送部2への光の入射を防ぐために形成する金属遮光膜を表示していない。また、図1のΦ1～Φ4は夫々電極を示している。

【0033】図2(a)～(c)及び図3(a)、

(b)は図1のAA線に沿う矢視方向の断面を工程順に示す図であり、図4(a)～(d)は本発明の第1の実施例による固体撮像装置の平面を工程順に示す図である。これら図1～図4を参照して本発明の第1の実施例による固体撮像装置の製造方法について説明する。尚、図1のAA線に沿う矢視方向の断面は光電変換部3から垂直電荷転送部2への信号電荷の読出し電極を兼ねた電荷転送電極18を横切る断面を示している。

【0034】まず、N型半導体基板5上に熱拡散法を用いて第1のP型ウェル層6及び第2のP型ウェル層7を形成した後、リンをイオン注入して垂直電荷転送部2を形成する。その後、ボロンをイオン注入して、チャンネルストップ領域9と、光電変換部3で発生した信号電荷を垂直電荷転送部2に読出すための電荷読出し領域8とが形成される〔図2(a)参照〕。

【0035】図2(a)に対応する平面図が図4(a)である。この図4(a)において光電変換部3と垂直電荷転送部2とを分離するようにチャンネルストップ領域9が形成されている。

【0036】次に、N型半導体基板5の表面を熱酸化してゲート酸化膜10を形成する。その後、ゲート酸化膜10上に減圧CVD (Chemical Vapor Deposition) 法を用いてポリシリコンからなる電荷転送電極材料膜11を堆積させる〔図2(b)参照〕。この時の平面パターンは図4(b)に示ようになる。

【0037】次に、電荷転送電極1に溝状の分離領域4を形成するが、この時の平面パターンは、例えば図4(c)に示すようにする。本実施例では全画素読出し動作が可能な固体撮像装置を想定して記述しており、図4(c)においては単位セル当たり(一つの光電変換部3当り)に電荷転送電極が4枚隣接した格好になっており、電荷転送電極1となるポリシリコンを行方向に分割する溝状の分離領域4は単位セル当たり4ヶ所存在する。

【0038】読出し電極を兼ねた電荷転送電極18中

に、フォトレジスト13をパターンニングする。その後、フォトレジスト13をマスクとしてドライエッチングを用い、読出し電極を兼ねた電荷転送電極18中の光電変換部3上の領域に開口部12を形成する。

【0039】次に、フォトレジスト13と電荷転送電極1とをマスクとしてリンのイオン注入(P^+)を行い、光電変換部3となるN型ウェル14を形成する。尚、この時のフォトレジスト13の膜厚はリンイオン(P^+)が突き抜けないように約 $3\mu m$ の厚さのレジストを使用する[図2(c)参照]。この時の平面パターンを図4(d)に示す。読出し電極を兼ねた電荷転送電極18の光電変換部3上の領域には開口部12が形成されている。

【0040】その後、埋込みフォトダイオード形成を行うため、フォトレジスト13及び電荷転送電極1をマスクとしてボロンをイオン注入(B^+)し、 P^+ 型領域15を形成する[図3(a)参照]。その後、層間絶縁膜16を介して光電変換部3以外の領域に金属遮光膜17を形成する[図3(b)参照]。これによって、図1に示される本発明の第1の実施例による固体撮像装置が得られる。

【0041】本発明の第1の実施例においては電荷転送電極1のうち光電変換部3で発生した信号電荷を電荷転送部2に読出すための読出し電極を兼ねる電荷転送電極18の形成時のエッチング領域を、行方向に分割する第1の領域4及び光電変換部3上の第2の領域の2つに分け、第2の領域のエッチング後に光電変換部3となるN型ウェル14を形成するためのリンイオン注入(P^+)を行うことによって、光電変換部3と電荷読出し電極との位置ずれをなくし、光電変換部3から垂直電荷転送部2への信号電荷の読出し特性を安定させた固体撮像装置が実現可能となる。

【0042】また、電荷転送電極1を行方向に分割する溝状の分離領域4のエッチングを先に行うため、電荷転送電極材料膜11の平坦性が良い状態でフォトリソグラフィ工程を行うことができ、微細な領域を精度良くパターンニングすることが可能になる。

【0043】さらに、ウェハ面内に占めるパターン面積が大きい電荷転送電極1を行方向に分割する溝状の分離領域4を先にエッチング除去することで、エッチング時のアンテナ効果による電荷転送電極材料膜11のチャージアップ量を低減し、ゲート酸化膜10へのダメージを低減することが可能になる。この場合、残っている電荷転送電極材料膜11のパターン面積が少ないということはアンテナ、すなわちチャージの収集源となる部分が少ないということである。

【0044】さらにまた、電荷転送電極1が単層の導電性材料膜(電荷転送電極材料膜11)をエッチング加工することによって形成されるため、電極間の重なり部分がないことから、層間容量が小さく、電極間の絶縁の間

題がないという利点がある。

【0045】図5は本発明の第1の実施例による固体撮像装置に印加する電荷転送用パルスの一例を示す図である。図において、 $\Phi 1 \sim \Phi 4$ は図1に示す $\Phi 1 \sim V 4$ 電極に印加する電荷転送用パルスを示している。本電荷転送装置における信号電荷の転送は各電荷転送電極1に90度ずつ位相の異なるパルスを印加することによって、各電極下の電位ポテンシャルを変動させて行う。

【0046】この時、信号電荷は「H」レベル電圧 V_H が印加された電荷転送電極1下に蓄積され、その他の電荷転送電極1には「L」レベル電圧 V_L が印加される。隣り合った同層の電荷転送電極材料膜11から形成された電荷転送電極1にはタイミングの異なったパルスが印加される。これらの電荷転送用パルスを印加することによって、図1に示す固体撮像装置では4相駆動による電荷転送が実現される。

【0047】図6は本発明の第2の実施例による固体撮像装置の平面図である。図においては、埋込み型フォトダイオードを光電変換部3に用いた固体撮像装置を示している。この図6を参照して本発明の第2の実施例による電荷転送装置の製造方法について説明する。

【0048】本実施例においては、電荷転送電極1が単層のポリシリコンによって構成されており、電荷転送電極1の形成時のエッチングの際に、これを行方向に分割する溝状の分離領域4及び光電変換部3上の領域の2つに分け、光電変換部3上の領域のエッチング後に光電変換部3となるN型ウェル(図示せず)を形成するためのリンのイオン注入を行うことによって、電荷読出し電極と光電変換部3とが自己整合で形成されている。この図6に示す本発明の第2の実施例においても、図5に示す電荷転送用パルスを印加することによって駆動することができる。

【0049】図7は本発明の第3の実施例による固体撮像装置の断面図である。図においては、単層電極構造で埋込み型フォトダイオードを光電変換部3に用いた固体撮像装置の断面を示している。

【0050】本実施例における固体撮像装置の製造方法は、電荷転送電極1となるポリシリコンを行方向に分割する領域4を形成するまでの工程は本発明の第1の実施例による固体撮像装置の製造方法を示す図2(b)及び図4(c)までの工程と同一である。

【0051】その後、読出し電極を兼ねた電荷転送電極18中に、フォトレジスト13をパターンニングする。さらに、フォトレジスト13をマスクとしてドライエッチングを用い、読出し電極を兼ねた電荷転送電極18中の光電変換部3上の領域に開口部12を形成する。

【0052】次に、フォトレジスト13と電荷転送電極1とをマスクとして、光電変換部3となるN型ウェル14を形成するためのリンのイオン注入(P^+)を電荷転送電極1下部へ食込む方向に斜めに行う(図7参

照)。

【0053】その後、埋込みフォトダイオード形成を行うため、フォトレジスト13及び電荷転送電極1をマスクとしてボロンをイオン注入(B^+)し、 P^+ 型領域15を形成し、さらに層間絶縁膜16を介して光電変換部3以外の領域に金属遮光膜17を形成することによって、本発明の第3の実施例による固体撮像装置が得られる。尚、上記の各工程については上述した本発明の第1の実施例による製造工程と同様なので図示していない。

【0054】本発明の第3の実施例においては光電変換部3のN型ウェル14が電荷読出し電極の下部にも形成されており、光電変換部3から垂直電荷転送部2への信号電荷の読出し時に電荷読出し電極が光電変換部3と空間的に接する領域で電位障壁が発生せず、信号電荷の読出し電圧の低減が可能となる。

【0055】図8は本発明の第4の実施例による固体撮像装置の断面図である。図においては、単層電極構造で埋込み型フォトダイオードを光電変換部3に用いた固体撮像装置の断面を示している。この図8を参照して本発明の第4の実施例による電荷転送装置の製造方法について説明する。

【0056】本実施例における固体撮像装置の製造方法でも、電荷転送電極1となるポリシリコンを行方向に分割する領域4を形成するまでの工程が本発明の一実施例による固体撮像装置の製造方法を示す図2(b)及び図4(c)までの工程と同一である。

【0057】また、読出し電極を兼ねた電荷転送電極18中に、フォトレジスト13をパターンニングし、フォトレジスト13をマスクとしてドライエッチングを用い、読出し電極を兼ねた電荷転送電極18中の光電変換部3上の領域に開口部12を形成し、フォトレジスト13と電荷転送電極1とをマスクとして、光電変換部3となるN型ウェル14を形成するためのリンのイオン注入(P^+)を電荷転送電極1下部へ食込む方向に斜めに行うまでの工程は図7に示す本発明の別の実施例の工程と同一である。

【0058】その後、上記のリンのイオン注入(P^+)の後に、さらに反対方向からリンのイオン注入(P^+)を斜めに行うことで、図8に示す本発明の第4の実施例による固体撮像装置が得られる。

【0059】本発明の第4の実施例においては、図7に示すリンのイオン注入(P^+)の後に、さらに反対方向からリンのイオン注入(P^+)を斜めに行っているため、光電変換部3の拡大を図ることができ、信号電荷量の向上につながる。

【0060】図9(a)～(d)及び図10(a)～(c)は本発明の第5の実施例による固体撮像装置の製造工程を示す断面図である。図においては、単層電極構造で埋込み型フォトダイオードを光電変換部3に用いた固体撮像装置の断面を光電変換部(PD部)3、電荷転

送部2、周辺回路のトランジスタ部(図示せず)に分けて夫々示している。これら図9及び図10を参照して本発明の第5の実施例による電荷転送装置の製造方法について説明する。

【0061】図9及び図10においては、ゲート酸化膜10の上に電荷転送材料膜11を被着した後の工程を示しており、それ以前の工程は本発明の第1の実施例による固体撮像装置の製造工程と同様であるので、その説明については省略する。

【0062】まず、N型半導体基板5上に熱拡散法を用いて第1のP型ウェル層6及び第2のP型ウェル層7を形成した後、リンをイオン注入して垂直電荷転送部2を形成し、ボロンをイオン注入してチャンネルストップ領域9と電荷読出し領域8とを形成する(以下、これらをまとめてP型半導体基板19とする)。このP型半導体基板19の表面を熱酸化してゲート酸化膜10を形成する。その後、ゲート酸化膜10上に減圧CVD法を用いてポリシリコンからなる電荷転送電極材料膜11を堆積させ、電荷転送部3に電荷転送電極材料を行方向に分割する領域4を形成する[図9(a)参照]。

【0063】この電荷転送電極材料膜11の上にフォトレジスト13をパターンニングし、フォトレジスト13をマスクとしてドライエッチングを用い、読出し電極を兼ねた電荷転送電極18中の光電変換部3上の領域に開口部12を形成する。この時、周辺回路部のトランジスタ部のゲート電極20も同時にエッチング加工する[図9(b)参照]。

【0064】次に、フォトレジスト13と電荷転送電極1とをマスクとしてリンのイオン注入(P^+)を行い、光電変換部3となるN型ウェル14を形成する。尚、この時に周辺回路部のトランジスタ部のソースとドレイン領域ともN型ウェル14が形成される[図9(c)参照]。

【0065】その後、埋込みフォトダイオード形成を行うため、フォトレジスト13及び電荷転送電極1をマスクとしてボロンのイオン注入(B^+)を行い、 P^+ 型領域15を形成する[図9(d)参照]。

【0066】続いて、光電変換部3及び周辺回路部の露出しているゲート酸化膜10を全てエッチング除去した後、装置全面を熱酸化することによって酸化膜21を形成する[図10(a)参照]。

【0067】ついで、周辺回路部のトランジスタ部のソース及びドレイン領域となる N^+ 拡散層23を形成するため、フォトレジスト22及びゲート電極20をマスクとして、例えばリンのイオン注入(P^+)を行い、 N^+ 拡散層23を形成する。

【0068】ソース及びドレイン領域には予め光電変換部3にN型ウェル14及び P^+ 型領域15を形成するためのイオン注入がなされているが、 N^+ 拡散層23の形成のためのイオン注入のドーザ量は上記のイオン注

入量、特に P^+ 型拡散層の形成のためのボロンのドー
ズ量よりもはるかに多いため、十分に N^+ 拡散層23
としての役割を果たす〔図10(b)参照〕。その後、
層間絶縁膜16を介して光電変換部3以外の領域に金属
遮光膜(図示せず)を形成する〔図10(c)参照〕。

【0069】本発明の第5の実施例においては、光電変
換部3の開口部12の形成と同時に周辺回路部のラン
ジスタのゲート電極20をエッチングし、さらにこれら
の領域の電荷転送電極材料膜11のエッチング後のゲ
ート酸化膜10の膜厚を所望の膜厚になるまでエッチング
することによって、これらの領域へのイオン注入の飛程
を制御し、所望の特性の光電変換部3及び N^+ 拡散層
23の形成を容易に行うことができる。

【0070】図11(a)~(d)及び図12(a)~
(c)は本発明の第6の実施例による固体撮像装置の製
造工程を示す断面図である。図においては、単層電極構
造で埋込み型フォトダイオードを光電変換部3に用いた
固体撮像装置の断面を光電変換部(PD部)3、電荷転
送部2、周辺回路のランジスタ部(図示せず)に分けて
夫々示している。ここで、周辺回路部のランジスタ
部にはゲート酸化膜の膜厚を薄くし、電流利得を向上さ
せるための部分を含んでいる。これら図11及び図12
を参照して本発明の第6の実施例による電荷転送装置の
製造方法について説明する。

【0071】図11及び図12においては、ゲート絶縁
膜10の上に電荷転送材料膜11を被着した後の工程を
示しており、それ以前の工程は本発明の第1~第3の実
施例各々による固体撮像装置の製造工程と同様であるの
で、その説明については省略する。

【0072】まず、上記のP型半導体基板19の表面を
熱酸化してゲート酸化膜10を形成する。その後、ゲ
ート酸化膜10上に減圧CVD法を用いてポリシリコンか
らなる電荷転送電極材料膜11を堆積させ、電荷転送部
3に電荷転送電極材料を行方向に分割する領域4を形成
する。この時、周辺回路部のランジスタ部のうち薄い
ゲート酸化膜24を有する部分のゲート電極25も同時
にエッチング加工する〔図11(a)参照〕。

【0073】この電荷転送電極材料膜11の上にフォ
トレジスト13をパターンニングし、フォトレジスト13
をマスクとしてドライエッチングを用い、読出し電極を
兼ねた電荷転送電極18中の光電変換部3上の領域に開
口部12を形成する。この時、周辺回路部のランジスタ
部のうちゲート酸化膜10が電荷転送部2と同一の膜
厚を有する部分のゲート電極20も同時にエッチング加
工する〔図11(b)参照〕。

【0074】次に、フォトレジスト13と電荷転送電極
1とをマスクとしてリンのイオン注入(P^+)を行
い、光電変換部3となるN型ウェル14を形成する。
尚、この時に周辺回路部のランジスタ部のソース及び
ドレイン領域にもN型ウェル14が形成される〔図11

(c)参照〕。

【0075】その後、埋込みフォトダイオード形成を行
うため、フォトレジスト13及び電荷転送電極1をマス
クとしてボロンのイオン注入(B^+)を行い、 P^+ 型
領域15を形成する〔図11(d)参照〕。

【0076】続いて、光電変換部3及び周辺回路部の露
出しているゲート酸化膜10を全てエッチング除去した
後、装置全面を熱酸化することによって酸化膜21を形
成する〔図12(a)参照〕。

【0077】ついで、周辺回路部のランジスタ部のソ
ース及びドレイン領域となる N^+ 拡散層23を形成する
ため、フォトレジスト22及びゲート電極20、25を
マスクとして、例えばリンのイオン注入(P^+)を行
い、 N^+ 拡散層23を形成する。

【0078】周辺回路部のランジスタ部のうちゲ
ート酸化膜10が電荷転送部2と同一の膜厚を有する部分
のソース及びドレイン領域には、予め光電変換部3にN
型ウェル14及び P^+ 型領域15を形成するためのイ
オン注入がなされているが、 N^+ 拡散層23の形成のため
のイオン注入のドーズ量は上記のイオン注入量、特に P
 $^+$ 型拡散層の形成のためのボロンのドーズ量よりもは
るかに多いため、十分に N^+ 拡散層23としての役割
を果たす〔図12(b)参照〕。その後、層間絶縁膜1
6を介して光電変換部3以外の領域に金属遮光膜(図示
せず)を形成する〔図12(c)参照〕。

【0079】本発明の第6の実施例においては、周辺回
路部のランジスタ部のうち薄いゲート酸化膜24の上
のゲート電極25のエッチング加工を電荷転送部2の電
極の加工と同時に行うが、この時のエッチングはゲ
ート酸化膜10がほとんどエッチングされない条件で行
うので、薄いゲート酸化膜24がエッチングされすぎてシリ
コン基板をエッチングしてしまうことがない。

【0080】また、光電変換部3の開口部12の形成と
同時に、周辺回路部のランジスタ部のうちゲート酸化
膜10の膜厚が電荷転送部2のゲート酸化膜10と同一
の膜厚を有する部分のゲート電極20をエッチングし、
さらにこれらの領域の電荷転送電極材料膜11のエッ
チング後のゲート酸化膜10の膜厚を所望の膜厚になるま
でエッチングすることによって、これらの領域へのイ
オン注入の飛程を制御し、所望の特性の光電変換部3
及び N^+ 拡散層23の形成を容易に行うことができる。

【0081】尚、上記の本発明の第1~第6の実施例で
は単層のポリシリコンをエッチング加工することによ
って電荷転送電極1を形成したが、ポリシリコンの代
わりに金属膜やそのシリサイド膜を用いることもでき
る。また、本発明の第1の実施例ではN型半導体基板にP
型ウェルを形成し、その中に光電変換部となるN型ウェ
ルを埋込んでおり、本発明の第2~第6の実施例ではP
型半導体基板にN型ウェルを埋込んでいるが、これらP
及びNの符号を逆転しても本発明を適用することが可能で

ある。

【0082】このように、単層電極構造の固体撮像装置において、電荷転送電極材料膜11を装置全面に被着して単位セル当り1ヶ所以上の領域を溝状に分離することで電荷転送電極1を形成した後、電荷転送電極1のうち光電変換部3で発生した信号電荷を電荷転送部2に読出するための読出し電極を兼ねる電荷転送電極18に、光電変換部3を形成するための開口部12を、上記の溝状の分離領域4と重ならないように形成し、この開口部12を形成するためのフォトレジスト13と電荷転送電極1

【0083】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、第1導電型半導体層の表面領域内に複数個形成された光電変換部と、第1導電型半導体層の表面領域内に光電変換部に隣接して形成されかつ光電変換部で発生した信号電荷を受けて転送する第2導電型の電荷転送部と、第1導電型半導体層の表面領域内に形成されかつ光電変換部で発生した信号電荷を電荷転送部に読出す電荷読出し部と、電荷読出し部及び電荷転送部の上にゲート絶縁膜を介して形成された単層の導電性電極材料膜を加工して形成された電荷転送電極とを含む固体撮像装置において、導電性電極材料膜を単位セル当り1ヶ所以上で行方向に分割する第1の領域と光電変換部上の第2の領域とをエッチング除去して電荷転送電極を形成し、第1の領域と第2の領域とが互いに重ならないようにすることによって、光電変換部と電荷読出し電極との位置ずれをなくし、光電変換部から垂直電荷転送部への信号電荷の読出し特性を安定させることができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例による固体撮像装置の平面図である。

【図2】(a)～(c)は図1のAA線に沿う矢視方向の断面を工程順に示す図である。

【図3】(a)、(b)は図1のAA線に沿う矢視方向の断面を工程順に示す図である。

【図4】(a)～(d)は本発明の第1の実施例による固体撮像装置の平面を工程順に示す図である。

【図5】本発明の第1の実施例による固体撮像装置に印加する電荷転送用パルスの一例を示す図である。

【図6】本発明の第2の実施例による固体撮像装置の平

面図である。

【図7】本発明の第3の実施例による固体撮像装置の断面図である。

【図8】本発明の第4の実施例による固体撮像装置の断面図である。

【図9】(a)～(d)は本発明の第5の実施例による固体撮像装置の製造工程を示す断面図である。

【図10】(a)～(c)は本発明の第5の実施例による固体撮像装置の製造工程を示す断面図である。

【図11】(a)～(d)は本発明の第6の実施例による固体撮像装置の製造工程を示す断面図である。

【図12】図12(a)～(c)は本発明の第6の実施例による固体撮像装置の製造工程を示す断面図である。

【図13】(a)～(d)は従来の固体撮像装置の製造工程を示す断面図である。

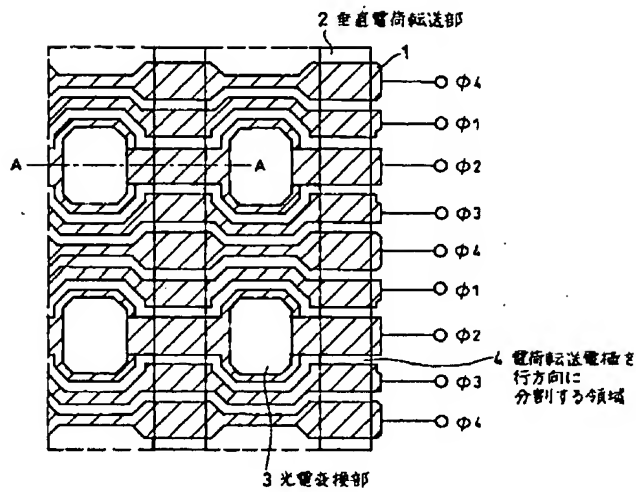
【図14】従来の固体撮像装置の電極構成を示す平面図である。

【図15】従来の固体撮像装置の別の電極構成を示す平面図である。

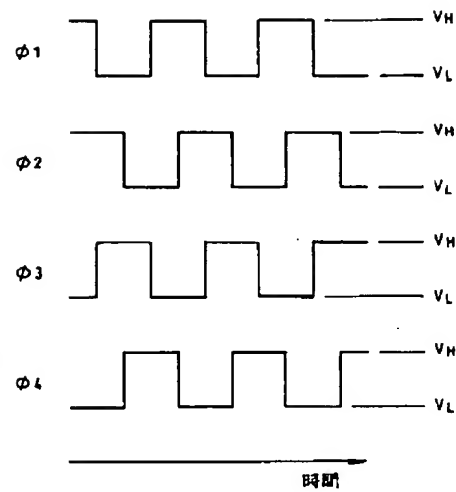
【符号の説明】

- 1 電荷転送電極
- 2 垂直電荷転送部
- 3 光電変換部
- 4 電荷転送電極を行方向に分割する溝状の分離領域
- 5 N型半導体基板
- 6 第1のP型ウェル層
- 7 第2のP型ウェル層
- 8 電荷読出し領域
- 9 チャンネルストップ領域
- 10 ゲート酸化膜
- 11 電荷転送電極材料膜
- 12 開口部
- 13、22 フォトレジスト
- 14 N型ウェル
- 15 P⁺型領域
- 16 層間絶縁膜
- 17 金属遮光膜
- 18 読出し電極を兼ねた電荷転送電極
- 19 P型半導体基板
- 20、25 ゲート電極
- 21 酸化膜
- 23 N⁺拡散層
- 24 薄いゲート酸化膜

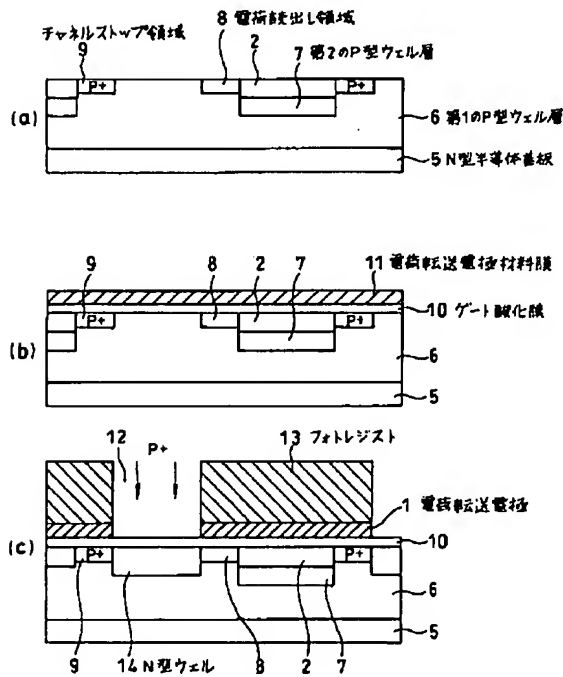
【図1】



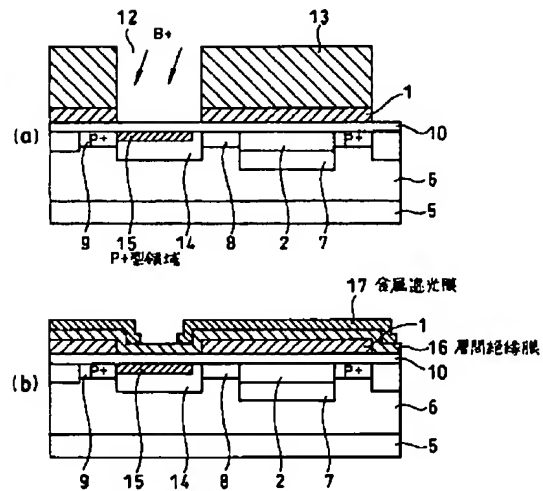
【図5】



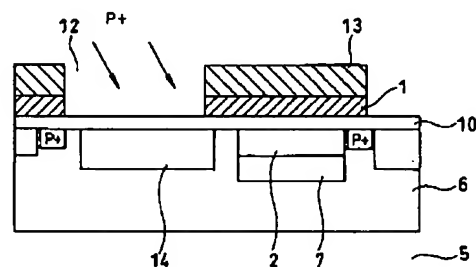
【図2】



【図3】



【図7】



(a) (b) (c) (d)

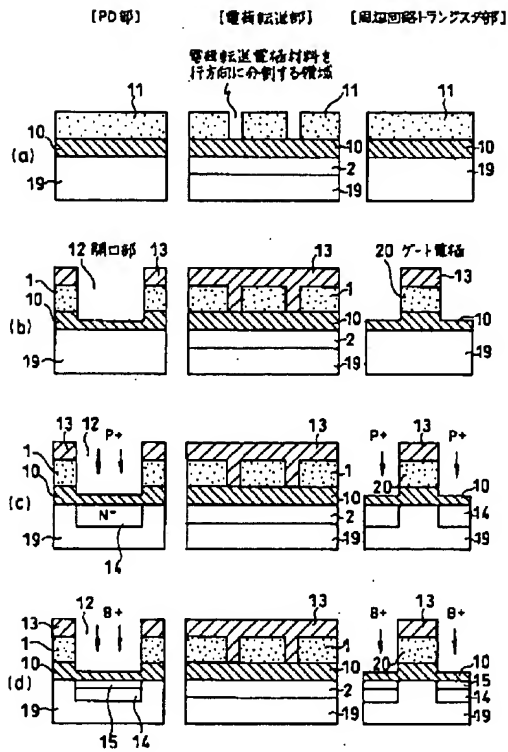
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

電荷伝送電極に分離するために電荷伝送電極材料層を除去した領域

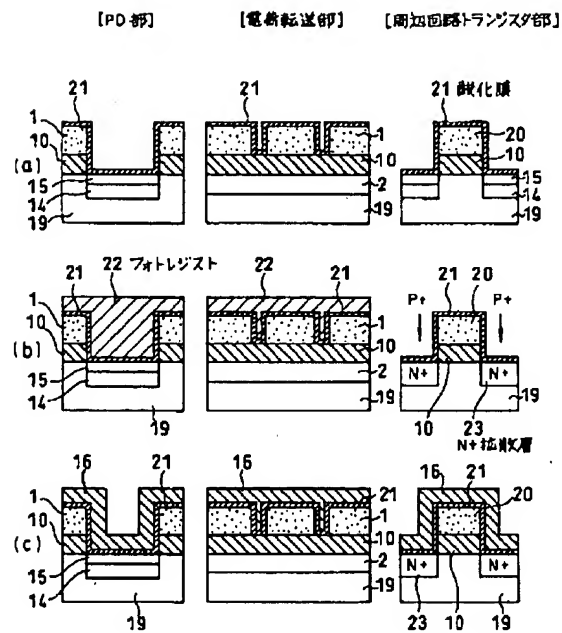
電荷伝出し電極を兼ねた電荷伝送電極

Figure 1 is a schematic diagram of a four-row array structure. Each row contains three rectangular elements (1) separated by two vertical dividers (2). The entire array is divided into four horizontal sections (3) by three horizontal dividers. Labels on the right indicate the sections are divided into regions (ϕ_1 , ϕ_2 , ϕ_3 , ϕ_4) relative to the direction of signal transmission.

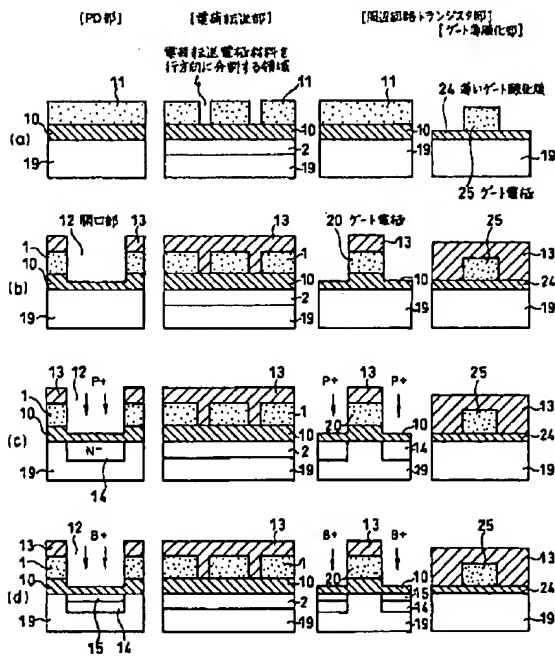
【図9】



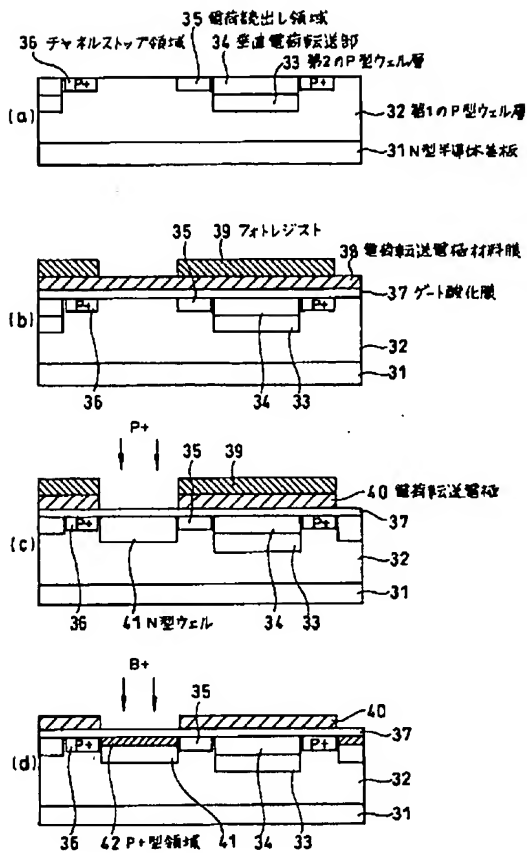
【図10】



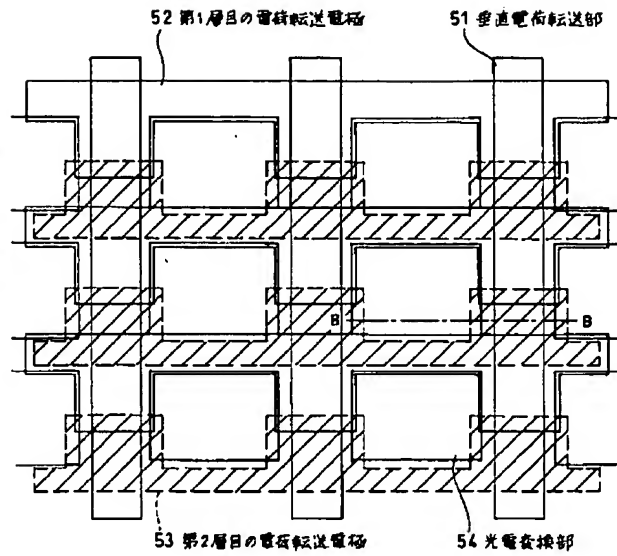
【図11】



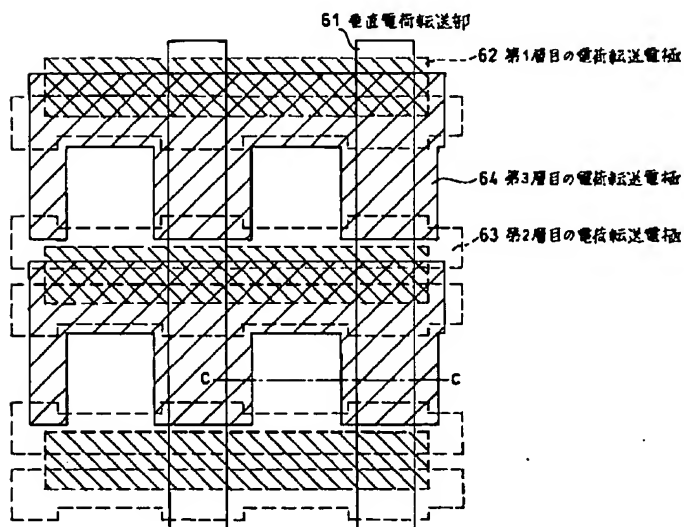
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4M118 AA05 AB01 BA13 CA04 DA03
DB08 EA07 FA06 FA26 FA35
GB03 GB07 GB11
5C024 AA01 CA31 CA33 FA01 FA11
5F049 MA02 MB12 NA20 NB05 PA04
PA10 PA14 QA14 QA15 RA08
SS02